

**République Centrafricaine**

Ministère des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches, de l'Environnement et du Tourisme

***Projet d'Appui à la Réalisation  
des Plans d'Aménagement Forestiers***

**Bilan Activités de Recherche  
Situation - Juin 2002**

**Document de travail – Version 1**

par  
**Luc DURRIEU DE MADRON**  
**Ingénieur forestier – Consultant FRM**



**Groupeement**  
**CIRAD-Forêt / FORET RESSOURCES MANAGEMENT**



Juin 2002

## SOMMAIRE

1. Activités de recherche du projet PARPAF.....	3
1.1 Etude sur l'accroissement des arbres .....	3
1.1.1 Présentation de l'étude .....	3
1.1.2 Echantillonnage.....	3
1.1.3 Complément d'étude pour déterminer l'annualité des cernes pour l'Aniégré. ....	4
2. Accroissement du Bété ( <i>Mansonia altissima</i> ) et de l'Iroko ( <i>Milicia excelsa</i> ) en peuplements naturels de République centrafricaine.....	6
2.1 Présentation de l'étude .....	6
2.2 Site et échantillonnage .....	6
2.3 Résultats .....	7
2.3.1 L'Iroko ( <i>Milicia excelsa</i> ) .....	7
2.3.2 Le Bété ( <i>Mansonia altissima</i> ).....	9
2.4 Conclusion.....	10
3. Dispositif d'étude du diamètre de fructification de 22 essences forestières 13	
3.1 Objectif : 13	
3.2 Site.....	14
3.3 Méthode.....	14
4. Traitement des données de fructification du Sapelli - projet ECOFAC.....	22
4.1 Conclusion.....	24
4.2 Bibliographie.....	25
5. Traitement des données de régénération liée à l'intensité de l'exploitation sur les parcelles du projet ECOFAC.....	26

## 1. Activités de recherche du projet PARPAF

### 1.1 Etude sur l'accroissement des arbres

#### 1.1.1 Présentation de l'étude

Le but est de connaître la croissance des arbres, paramètre indispensable pour la réalisation des aménagements forestiers. Des données existent déjà pour certaines essences mais il est toujours utile d'augmenter l'échantillon, notamment dans le pays ou la zone concernée (ici la RCA). D'autre part Pour certaines essences, les données fiables en forêt naturelle n'existent pas.

L'analyse de cerne est la technique la plus fiable pour connaître la vitesse de croissance des arbres, notamment par classe de diamètre, car toute la vie de l'arbre est inscrite dans les cernes. Dans le document FORAFRI n° 15, il apparaît que pour plusieurs essences, les cernes sont annuelles, dont trois essences pour lesquelles on a pas de données : le Bété, l'Iroko et le Doussié. Sachant maintenant que les cernes sont annuelles, il ne reste plus qu'à « lire » des rondelles pour en connaître l'accroissement moyen.

D'autres essences ont été étudiées mais avec des échantillons assez faibles (le Sipo par exemple).

Ainsi, dans le cadre du projet PARPAF, une étude des cernes de ces essences a été lancée.

#### 1.1.2 Echantillonnage

Jusqu'en mai 2002, 208 rondelles ont été analysées, réparties comme suit :

Aniégré	42
Sapelli	34
Bété	57
Doussié	19
Iroko	45
Bossé clair	1
Sipo	11

42 rondelles d'Aniégré ont été lues pour profiter des rondelles disponibles (il est difficile de trouver des rondelles rondes et centrées, et le bois pourrit vite sur parc). La lecture de cette essence est assez facile avec un bon ponçage. L'annualité des cernes est encore à prouver pour cette essence ; ces lectures seront donc validées après l'obtention de cette preuve.

Toutes ces rondelles proviennent des environs de Berbérati (UFP 1 du permis de la CFSN), sauf 6 rondelles de Sapelli qui proviennent de SBB, au sud de la région de Nola et 17 rondelles d'Aniégré venant de la SCAD (préfecture de la Lobaye).



L'échantillon pour l'Iroko (45 rondelles) et pour le Bété (57 rondelles) est maintenant suffisant pour avoir une idée fiable des accroissements dans la région (ce qui n'empêchera pas la récolte et l'analyse de nouvelles rondelles dans d'autres permis, à l'occasion).

4 nouvelles rondelles de Doussié ont été récupérées le 30 avril 2002.

### 1.1.3 Complément d'étude pour déterminer l'annualité des cernes pour l'Aniégré.

L'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*) est une essence actuellement particulièrement importante dans l'exploitation forestière centrafricaine. Or si l'on connaît l'accroissement diamétrique d'un certain nombre d'essences par lecture de cernes, cette méthode n'est pas encore possible sur cette essence car l'annualité de ses cernes n'est pas prouvée.

Dans ce contexte, le projet PARPAF a réalisé en décembre 2001 une étude pour déterminer si les cernes de l'Aniégré sont annuels ou non. La méthode est bien rodée : il s'agit de faire des entailles chaque année sur l'arbre, en enlevant une bande d'écorce de 2 à 5 mm de large sur 4 ou 5 cm de long la première année. L'opération est renouvelée l'année suivante en décalant l'entaille de quelques cm sur le côté à chaque fois, rigoureusement à la même hauteur. Ces blessures sont à faire le plus bas possible sur la bille pour ne pas gaspiller de bois. 8 arbres ont été choisis en collaboration avec le chef de parc de la CFSN (PEA 173) dans l'UAR 16 de l'UFP 1.

A chaque blessure va correspondre une réaction cicatricielle imprimée dans le bois et situant avec précision la date du traumatisme. Cette marque apparaît dans le bois sous forme d'une discontinuité locale du plan ligneux, soulignée chez certaines essences par la duramenisation d'une mince couche de bois ayant été formée juste avant la blessure.

L'entaille dans le bois doit être faite pendant la saison sèche, période où l'activité cambiale est nulle ou très réduite.

Au bout de deux ans, l'arbre doit être abattu (par l'exploitant), le trait de scie passant exactement au milieu des entailles.

L'étude à la loupe binoculaire ou au microscope si nécessaire sur la rondelle d'arbre récupérée permettra alors de vérifier que chaque réaction cicatricielle correspond à un cerne et donc que l'arbre produit des cernes annuels.

Ce protocole a été validé par Pierre Detienne au CIRAD et c'est le CIRAD qui sera chargé de l'étude de l'anatomie du bois pour prouver cette annualité.

Un dégagement des pieds et du layon d'accès a été effectué le 30 avril 2002.

Malheureusement le 4 juin 2002 on s'est aperçu que 5 Aniégrés scarifiés avaient été abattus ou détruits lors de l'élargissement de la route. Il ne reste donc plus que 4 Aniégrés. Il faudra donc compléter cet effectif dans une autre zone. La CAMIF a donné son accord.

**Perspectives :**

Lire plus de rondelles de Doussié pour atteindre un effectif minimum de 30.

Augmenter si possible l'échantillon de Sapelli pour bien caler les accroissements par classe de diamètre (plein de rondelles sont disponibles à la CAMIF mais il serait plus intéressant de faire varier les provenances).

Trouver des rondelles de Bossé clair dont l'annualité des cernes a été prouvée.

**Résultats**

Un projet d'article pour Bois et Forêts des tropiques est en préparation.

## 2. Accroissement du Bété (*Mansonia altissima*) et de l'Iroko (*Milicia excelsa*) en peuplements naturels de République centrafricaine

### 2.1 Présentation de l'étude

L'aménagement forestier des forêts tropicales est un des défis majeurs du début de ce XXI<sup>ème</sup> siècle. Il est entre autres basé sur la croissance des arbres qui conditionne le renouvellement du stock exploitable. La croissance diamétrique de certaines essences est déjà connue grâce à des analyses de cernes ou bien des mesures annuelles de circonférence. Cependant pour d'autres, les données fiables en forêt naturelle n'existent pas.

L'analyse de cerne est la meilleure technique pour connaître la vitesse de croissance des arbres, notamment par classe de diamètre, car toute la vie de l'arbre est inscrite dans les cernes. Pour plusieurs essences tropicales l'annualité des cernes a été prouvée (Détienne *et al.* 1998), mais les analyses de cernes pour connaître la croissance en peuplement naturel de ces essences est encore parfois à faire. C'est le cas notamment du Bété (*Mansonia altissima*) et de l'Iroko (*Milicia excelsa*). Or ce sont deux essences importantes dans l'exploitation actuelle en Centrafrique ou dans d'autres pays.

Ainsi, dans le cadre du projet d'aménagement PARPAF en république centrafricaine, une étude des cernes de ces essences a été lancée pour déterminer leur accroissement par classe de diamètre. Cet article présente les résultats obtenus.

### 2.2 Site et échantillonnage

Le projet PARPAF (Projet d'Appui à la Réalisation des Plans d'Aménagements Forestiers) a été mis en place en juillet 2000 pour une durée de quatre ans. Financé par l'AFD, il est chargé de l'aménagement des différents permis (PEA) de la zone de forêt dense de la République centrafricaine. Les deux opérateurs de ce projet sont le CIRAD

Dans le cadre de ce projet, l'analyse de la croissance en peuplements naturels de l'Iroko et du Bété, deux essences exploitées dans la région, ont été effectués. Ainsi, des rondelles provenant des environs de Berbérati (PEA 173, UFP 1), au Sud Ouest de la Centrafrique (4°10 Nord et 15° 45 Est), ont été récoltées en forêt dense demi décidue. C'est une forêt qui n'avait jamais été exploitée auparavant, avec de nombreuses savanes incluses.

Les sols sont généralement ferralitiques appauvris en argile, sur des affleurements précambriens à faciès cristallin présentant de nombreuses intrusions granitiques et quelques buttes témoins de grès de Carnot.

La pluviométrie annuelle est de 1490 mm avec une saison sèche (précipitations inférieures à 30 mm par mois) de 2 mois.





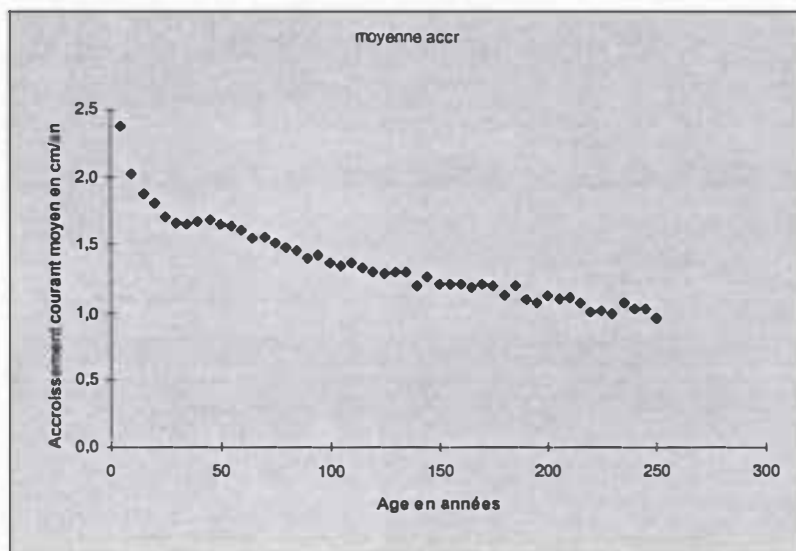
L'échantillon pour l'Iroko est de 45 rondelles et de 57 rondelles pour le Bété. Il est suffisant pour avoir une idée fiable des accroissements dans la région mais pourra toujours être complété par la suite par de nouvelles rondelles dans d'autres permis ou d'autres pays.

## 2.3 Résultats

### 2.3.1 L'Iroko (*Milicia exelsa*)

L'accroissement courant moyen est figuré dans la figure 1. Il est légèrement décroissant au cours du temps.

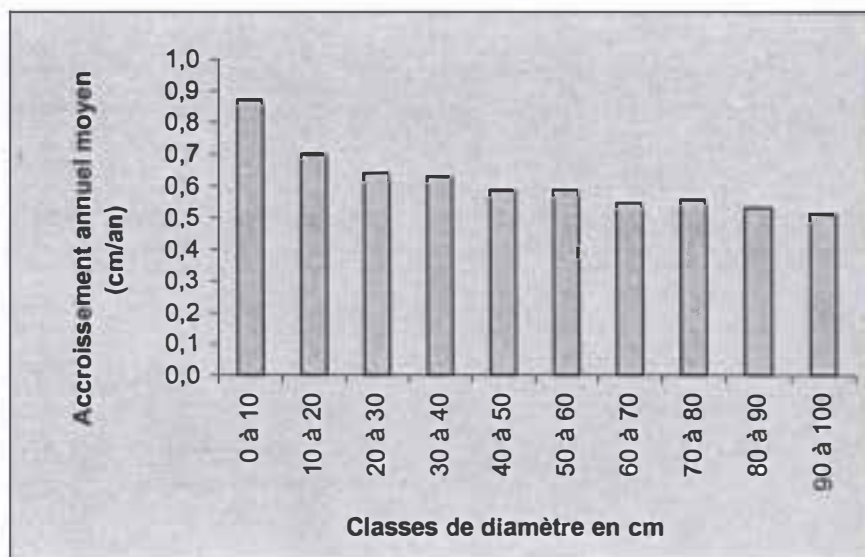
Figure 1 : Accroissement courant moyen de 46 Iroko



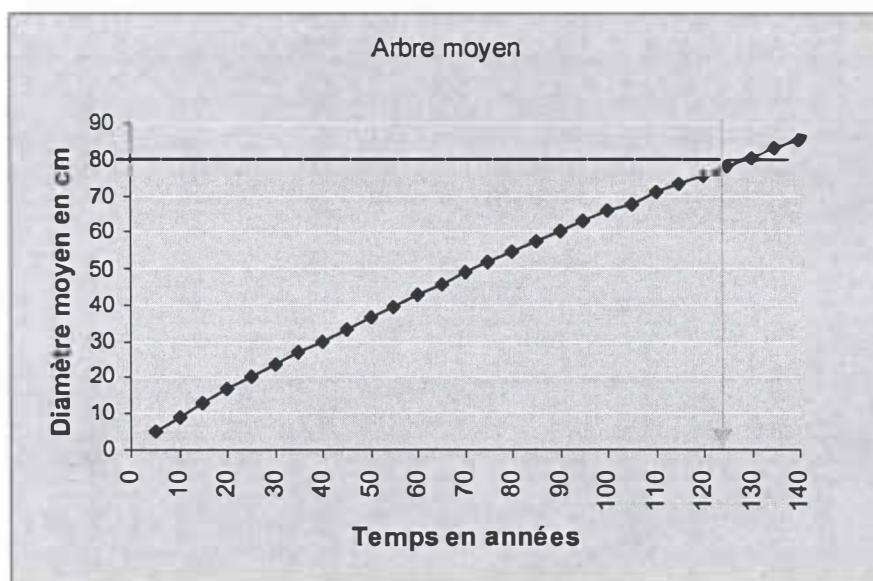
Le tableau suivant montre les accroissements diamétriques annuels moyens par classe de diamètre. Les accroissements sont exprimés en mm par an.

Classe de diamètre en cm	Nombre d'arbres présentant des cernes dans cette classe	Moyenne de l'accroissement diamétrique en mm/an	Ecart type
0 à 10	45	0,93	0,25
10 à 20	45	0,74	0,18
20 à 30	45	0,67	0,15
30 à 40	45	0,66	0,15
40 à 50	45	0,61	0,13
50 à 60	44	0,61	0,14
60 à 70	43	0,57	0,13
70 à 80	36	0,58	0,12
80 à 90	31	0,56	0,15
90 à 100	23	0,52	0,08
100 à 110	15	0,52	0,08
110 à 120	8	0,45	0,07

Les accroissements sont légèrement décroissants dans le temps mais sont encore conséquents même pour les vieux sujets.



Une analyse de variance (proc MIXED sous SAS) montre un effet significatif de la variable « classe de diamètre » sur les accroissements, au seuil de probabilité de 99 %. L'accroissement moyen de la classe de diamètre 0 à 10 cm est significativement supérieur aux accroissements des autres classes de diamètre. Au dessus de 10 cm de diamètre, les accroissements pour une classe donnée ne sont pas significativement différents de l'accroissement des deux classes supérieures. A partir de 50 cm de diamètre, les accroissements ne sont plus significativement différents.





L'accroissement moyen tous diamètres confondus est de **0,57 mm par an**. L'accroissement moyen entre les diamètres 60 et 80 cm, c'est à dire les arbres qui constitueront le stock exploitable lors de la prochaine rotation avec un Diamètre Minimum d'Exploitabilité de 80 cm, est de **0,55 mm/an** avec un écart type de **0,12**.

L'évolution d'un Iroko « moyen » dans le temps est figurée ci dessous.

Un Iroko « moyen » atteindrait un diamètre de 80 cm (équivalent au DME) en 130 ans.

Un Iroko moyen atteindrait un diamètre exploitable en un peu plus de 125 ans.

### 2.3.2 Le Bété (Mansonia altissima)

Le tableau suivant montre les accroissements diamétriques annuels moyens par classe de diamètre. Les accroissements sont exprimés en mm par an. Les Bété ne deviennent jamais de très gros arbres, il y a donc moins de classes de diamètre présentées.

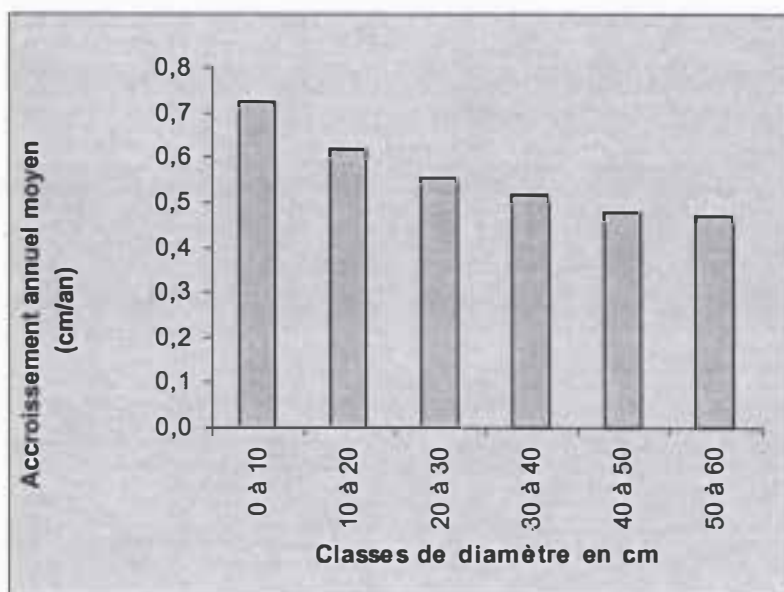
Classe de diamètre (en cm)	Nombre d'arbres présentant des cernes dans cette classe	Moyenne des accroissements diamétriques en mm/an	Ecart type
0 à 10	57	0,8	0,30
10 à 20	57	0,7	0,22
20 à 30	57	0,6	0,13
30 à 40	57	0,5	0,11
40 à 50	51	0,5	0,08
50 à 60	38	0,5	0,07
60 à 70	12	0,5	0,05

L'accroissement moyen tous diamètres confondus des Bété analysés est de **0,57 mm par an**.

L'accroissement moyen entre les diamètres 30 et 50 cm, c'est à dire les arbres qui constitueront le stock exploitable lors de la prochaine rotation avec un Diamètre Minimum d'Exploitabilité de 50 cm, est de **0,51 mm/an** avec un écart type de **0,10**.

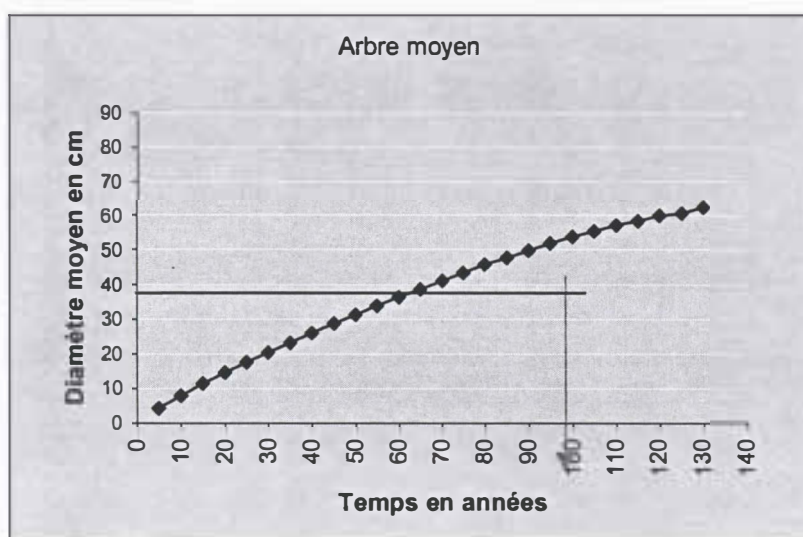
Une analyse de variance (proc MIXED sous SAS) sur ces accroissements par classe de diamètre montre qu'ils sont significativement différents au seuil de probabilité de 99 %.

L'évolution des différents Bété dans le temps est figurée ci dessous. Les accroissements sont comme pour l'Iroko, décroissants dans le temps.



L'évolution d'un Bété « moyen » dans le temps est figurée ci dessous.

Un Bété « moyen » atteindrait un diamètre de 50 cm (équivalent au DME) en 85 ans.



## 2.4 Conclusion

Il existe maintenant des données fiables sur l'accroissement moyen sur le Bété et l'Iroko, données qui peuvent être utilisées dans les plans d'aménagement. Les accroissements observés, proches de 5 mm par an sur le diamètre, sont proches de ceux observés pour d'autres méliacées comme le Sapelli, le Sipo, le Kossipo et le Tiama.

D'autres essences importantes doivent également être étudiées comme le Doussié (*Azelia bella*) mais les effectifs recueillis par le PARPAF sont encore trop faibles (19 rondelles étudiées).

Le fait que ces cernes sont lues sur des arbres abattus, donc des arbres qui ont vécu jusqu'à un âge avancé avec des conditions largement favorables, implique que les accroissements cités ci-dessus ne sont pas représentatifs de la totalité des arbres de cette espèce, le peuplement comportant une partie non négligeable d'arbres qui ne poussent pas, dominés. Mais ce sont les arbres qui ont « réussi » qui nous intéressent parce que c'est justement ceux-ci que l'on exploite(ra).

L'annualité des cernes d'autres essences doit encore être prouvée. Une étude est en cours sur neuf Aniégéré (*Aningeria altissima*). Les cernes de cette essence sont a priori faciles à lire ; 38 rondelles ont été analysées mais les résultats de cette étude ne peuvent encore être publiés, tant que le test d'annualité n'est pas terminé.

L'Essia, le Lati, l'Eyong, le Mambodé (*Detarium macrocarpum*) pourraient également être étudiés.

Ainsi à terme, l'accroissement d'une bonne partie des essences sera connu et une véritable gestion des forêts tropicales pourra voir le jour.

### Présentation de début en quelques lignes

L'accroissement diamétrique de l'Iroko (*Milicia excelsa*) et du Bété (*Mansonina altissima*) ont été étudiés par analyse de cerne en forêt naturelle de République centrafricaine. Les résultats obtenus montrent que l'accroissement de l'Iroko est proche de 0,55 cm par an pour les tiges de 60 à 80 cm de diamètre et celui du Bété 0,5 cm par an pour les tiges de 30 à 50 cm de diamètre.

### Résumé en français/anglais/espagnol

L'accroissement diamétrique de l'Iroko (*Milicia excelsa*) et du Bété (*Mansonina altissima*) ont été étudiés par analyse de cerne en forêt naturelle de République centrafricaine. Les résultats obtenus montrent que l'accroissement de l'Iroko est proche de 0,55 cm par an pour les tiges de 60 à 80 cm de diamètre et celui du Bété 0,5 cm par an pour les tiges de 30 à 50 cm de diamètre (juste en dessous des diamètres minimum d'exploitation en RCA). Ces valeurs sont proches de celles obtenues pour des méliacées au bois rouge telles que le Sapelli, le Sipo et le Tiama. Les résultats sont significativement décroissants par classe de diamètre.

Ces résultats sont précieux pour l'élaboration des plans d'aménagement pour évaluer la reconstitution des tiges exploitables entre deux passages en exploitation. Il est souhaitable de d'effectuer de nouvelles analyses dans d'autres forêts pour valider ces résultats à grande échelle.



## Condensé (synopsis)

L'aménagement forestier est en pleine évolution et des questions importantes restent encore sans réponse. C'est le cas de l'accroissement diamétrique d'un certain nombre d'essences dont l'accroissement permet de mieux appréhender la capacité de reconstitution de la forêt.

Dans le cadre du Projet d'Appui à la Réalisation de Plans d'Aménagement Forestiers, initié en 2000, un modeste programme de recherche a été mis en place. Dans ce cadre, l'accroissement diamétrique de l'Iroko (*Milicia excelsa*) et du Bété (*Mansonia altissima*) ont été étudiés par analyse de cerne en forêt naturelle de République centrafricaine.

### résultats

Les résultats obtenus montrent que l'accroissement de l'Iroko est proche de 0,55 cm par an pour les tiges de 60 à 80 cm de diamètre et celui du Bété 0,5 cm par an pour les tiges de 30 à 50 cm de diamètre (juste en dessous des diamètres minimum d'exploitation en RCA). Ces valeurs sont proches de celles obtenues pour des méliacées au bois rouge telles que le Sapelli, le Sipo et le Tiama. Les résultats sont significativement décroissants par classe de diamètre.

D'autres essences importantes doivent également être étudiées comme le Doussié (*Azelia bella*) mais les effectifs recueillis sont encore faibles. On peut simplement dire que pour 18 individus étudiés, l'accroissement diamétrique moyen est de 0,6 cm par an pour les Doussié de diamètre compris entre 60 et 80 cm.

## Perspectives

Ces résultats sont précieux pour l'élaboration des plans d'aménagement pour évaluer la reconstitution des tiges exploitables entre deux passages en exploitation. Il est souhaitable de d'effectuer de nouvelles analyses dans d'autres forêts pour valider ces résultats à grande échelle.

## Bibliographie

DETIENNE, OYONO, DURRIEU de MADRON, DEMARQUEZ, NASI (1998) L'analyse de cernes : application aux études de croissance de quelques essences en peuplements naturels de forêt dense humide africaine. Projet FORAFRI document n°15, 40 p.

## Remerciements

Je tiens beaucoup à remercier Bénédicte Fontez pour le traitement des données sous SAS, ainsi que les prospecteurs Alfred, Benjamin, Esaie, Joseph, Marc et Séraphin pour les longues heures qu'ils ont eux aussi passé penché sur des rondelles...

\*\*\*\*\*





### 3. Dispositif d'étude du diamètre de fructification de 22 essences forestières

#### 3.1 Objectif :

La connaissance des diamètres de fructification en forêt naturelle est très utile dans les plans d'aménagement car elle est un des critères important de choix des diamètres minimum d'exploitation : un arbre doit avoir le temps de fructifier avant d'être abattu sinon, c'est l'existence de l'espèce dans la région qui est en jeu.

Malgré l'importance de ce facteur, on a malheureusement peu de données sur ces diamètres de fructification. Une étude est en cours sur le dispositif d'ECOFAC à Ngotto pour le Sapelli entre 60 et 120 cm de diamètre. Une autre étude est en cours sur une douzaine d'espèces sur le dispositif de Mbaïki, mais avec peu d'individus par classe de diamètre et par essence. Une petite étude a été mise en place au Cameroun, mais les résultats ne sont pas dépouillés.

Ainsi dans le cadre du projet PARPAF, chargé de l'élaboration de plans d'aménagement en Centrafrique, un dispositif de suivi de la fructification par classe de diamètre a été mis en place en mars 2001. Il a pour but d'étudier la fructification de 22 essences à potentiel exploitable en RCA :

1.	l'Acajou	( <i>Khaya grandifolia</i> )
2.	l'Aniégré rouge et l'A. blanc	( <i>Aningeria altissima</i> + <i>A. robusta</i> )
3.	l'Ayous	( <i>Triplochiton scleroxylon</i> )
4.	le Bété	( <i>Mansonia altissima</i> )
5.	le Bossé clair	( <i>Guarea cedrata</i> )
6.	le Dibétou	( <i>Lovoa trichilioides</i> )
7.	le Doussié Pachyloba	( <i>Afzella bella</i> )
8.	l'Emien	( <i>Alstonia boonei</i> )
9.	l'Essessang	( <i>Ricinodendron heudelotii</i> )
10.	l'Essia	( <i>Petersianthus macrocarpus</i> )
11.	l'Eyong	( <i>Eribloma oblongum</i> )
12.	l'Iroko	( <i>Milicia excelsa</i> )
13.	le Kossipo	( <i>Entandrophragma candollei</i> )
14.	le Lati	( <i>Amphimas pterocarpoïdes</i> )
15.	le Longhi blanc	( <i>Gambeya africana</i> )
16.	le Mambodé	( <i>Detarium macrocarpum</i> )
17.	le Niové	( <i>Staudtia kamerunensis</i> )
18.	le Padouk rouge	( <i>Pterocarpus soyauxii</i> )
19.	le Sapelli	( <i>Entandrophragma cylindricum</i> )
20.	le Sipo	( <i>Entandrophragma utile</i> )
21.	le Tali	( <i>Erythrophleum ivorense</i> )
22.	le Tiama	( <i>Entandrophragma angolense</i> )

Le choix de ces essences est essentiellement dû à la présence de ces espèces dans une zone proche de la base du projet : Berbérati.

### 3.2 Site

Le dispositif est situé dans le PEA 173 attribué à la CAMIF et auparavant à la CFSN. Le projet a demandé à cette société CFSN la permission d'installer ce dispositif dans une zone déjà exploitée pour ne pas déranger l'exploitant et pour que les arbres suivis pendant plusieurs années ne soient pas exploités avant la fin de l'étude.

Le concessionnaire nous a « prêté » l'UAR 15 dans l'Unité forestière de production n°1. Après parcours de cette UAR de 2500 ha, il s'avère que la majeure partie de sa surface est composée de savane. Après discussion avec M. Hubert, chef d'exploitation à la CFSN, celui-ci nous propose l'UAR 10, exploitée plus d'un an auparavant.

En fait, nous avons parcouru l'UAR 10 et une partie de l'UAR 7, également exploitée ainsi que une partie de l'UAR 6, le long d'une route ouverte en janvier 2001 mais non utilisée ni exploitée depuis cette période (en bordure de savane).

### 3.3 Méthode

Il s'agit de déterminer la présence de fruits en fonction des diamètres. Il ne s'agit pas d'étudier la phénologie, de la floraison à la capacité de germination des graines mais de répondre en présence-absence de fruits matures sur l'arbre.

7 classes de diamètre ont été choisies, en dessous et au dessus du DME actuel en RCA.

Pour avoir des données statistiquement fiables, il est nécessaire d'avoir 30 individus par classe de diamètre (cas idéal), sinon 20. En dessous de ce chiffre, l'information n'est plus qu'indicative et doit être complétée par d'autres études. A noter que le dispositif était limité par la capacité du projet (logistique, temps et personnel). Il n'était pas question d'étudier 50 essences et de parcourir des dizaines de milliers d'ha pour trouver absolument tous les individus par classe de diamètre.

Un premier passage a consisté à porter un numéro sur chaque arbre rencontré (arbre intact au houppier normalement développé) parmi les espèces et les diamètres choisis.

2079 arbres ont été relevés en plusieurs mois de travail, de part et d'autres de routes ou des pistes de débardage ou de certains layons, pour des raisons d'accessibilité (il n'était pas question de faire un inventaire en plein sur 5000 ha). Un plan a été fait avec numéro, diamètre et nom de l'essence pour pouvoir retrouver les arbres facilement, car la fructification des arbres doit être relevée plusieurs années de suite, cette fructification n'étant pas systématiquement annuelle.

Des points GPS ont été pris à quelques endroits remarquables (carrefours, parcs de débardage).



L'opération suivante consistera à relever tous les arbres d'une espèce donnée quand elle est en fructification (il existe déjà des données du PARN sur les périodes de fructification). Donc plusieurs parcours du dispositif seront nécessaires au cours d'une année. La longueur d'un parcours dépend du nombre d'espèces relevées simultanément et du nombre d'individus pour une essence donnée, ainsi que la dispersion des individus. Avec deux équipes, cela peut être fait en 3 jours pour l'Ayous, essentiellement regroupé en début de dispositif avec beaucoup de grosses tiges dominantes mais cela peut prendre 10 jours pour des essences avec de nombreux individus disséminés et souvent de petite taille.

Certaines espèces posent problème comme le Padouk dont la fructification est extrêmement variable dans le temps avec pour l'instant très peu d'individus fructificatifs observés. On en arrive même à avoir des doutes sur l'espèce : une partie des *Pterocarpus soyauxii* a pleinement fructifié mais il semble que les autres individus se rapprochent des *Pterocarpus santalinoïdes* dont les graines beaucoup plus petites que celles du *Pterocarpus soyauxii* correspondent bien au guide de dendrologie du PARN mais pas l'écologie, ni l'abondance : d'après le PARN, c'est une essence rare, implantée à proximité des rivières).

Certaines essences ont deux périodes de fructification par an : L'Essessang, le Mambodé, les Sapelli, Tiama.

Pas de traces de fructification pour le Dibétou pour le moment (avril 2002). Le Kossipo a probablement été « manqué » vers juillet 2002.

En avril 2002, un dégagement du pied de 7 Sapelli sur un diamètre approximatif de 5 mètres a été effectué pour ne pas manquer la fructification. Un Acajou a également été dégagé.

On peut maintenant dresser un tableau des dates de fructification dans la région de Berbérati :

*Date des fructifications à Berbérati :*

<b>Doussié rouge</b>	<i>Afzella bidipensis</i>	Novembre - décembre
<b>Doussié pachyloba</b>	<i>Afzella bella</i>	Novembre - décembre
<b>Aniégré rouge et blanc</b>	<i>Aningeria altissima et robusta</i>	Février - mars
<b>Mambodé</b>	<i>Detarium macrocarpum</i>	Mars - avril, octobre
<b>Bossé clair</b>	<i>Guarea cedrata</i>	Février
<b>Essessang</b>	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Février - avril, octobre
<b>Fromager</b>	<i>Ceiba pentandra</i>	Mai
<b>Sipo</b>	<i>Entandrophragma utile</i>	Juin et novembre
<b>Tiama</b>	<i>Entandrophragma angolense</i>	Juin
<b>Acajou à grandes feuilles</b>	<i>Khaya grandifolia</i>	<b>Mars</b>
<b>Bété</b>	<i>Mansonia altissima</i>	Octobre
<b>Sapelli</b>	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Juin
<b>Dabéma</b>	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Avril
<b>Longhi</b>	<i>Gambeya africana</i>	Avril
<b>Ayous</b>	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Février - avril
<b>Fraké</b>	<i>Terminalia superba</i>	Mai - octobre
<b>Niové</b>	<i>Staudtia kamerounensis</i>	Janvier - avril
<b>Eyong</b>	<i>Eribroma oblungum</i>	Mars
<b>Longhi blanc</b>	<i>Gambeya gigantea</i>	Avril
<b>Mukulungu</b>	<i>Autranella congolensis</i>	Avril – mai
<b>Padouk rouge</b>	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Avril + août ; dépend des arbres
<b>Iroko</b>	<i>Milicia excelsa</i>	Avril
<b>Essia</b>	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Juin/juillet
<b>Ebene</b>	<i>Diospyros sp</i>	Août
<b>Bilinga</b>	<i>Nauclea diderrichii</i>	Septembre
<b>Kossipo</b>	<i>Entandrophragma candollei</i>	Août
<b>Lati</b>	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	Janvier

Nombre d'arbres total qui ont été relevés jusqu'en juillet 2001 (on a enlevé 13 arbres qui sont morts depuis le début des relevés) :

Diamètre								Essence
40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	100 à 120	Total	
1	2	4	0	6	6	11	30	Acajou
29	32	31	30	32	28	21	203	Aniégré
11	29	29	30	32	30	32	193	Ayous
31	34	30	27	0	0	0	122	Bété
3	3	6	4	1	0	1	18	Bossé clair
2	1	7	11	14	13	31	79	Dibétou
2	7	5	4	4	4	3	29	Doussié
20	27	30	30	30	32	10	183	Emien
24	31	29	36	28	32	31	211	Essessang
33	32	30	30	17	8	15	165	Essia
31	35	30	29	31	17	8	181	Eyong
5	6	11	15	6	1	16	60	Iroko
5	7	6	8	6	5	15	52	Kossipo
3	5	7	16	11	11	16	69	Lati
2	3	3	3	4	2	3	20	Longhi blanc
1	0	2	1	5	3	5	17	Mambodé
23	7	1	2	0	0	0	33	Niové
30	26	21	31	20	11	8	147	Padouk rouge
12	31	30	29	33	26	27	188	Sapelli
1	3	7	4	3	0	2	20	Sipo
0	0	1	1	2	0	0	4	Tali
3	3	8	5	2	11	11	43	Tiama
2067								Total

D'autre part, la mortalité des arbres numérotés est relevée. En trois ans on aura ainsi une idée de la mortalité par classe de diamètre pour un groupe d'essences représentatif, dans une situation de post-exploitation.

Les premiers résultats sur les pourcentages d'arbres fructificatifs sont présentés dans le tableau II.

*Tableau II : Premiers résultats sur les pourcentages d'arbres fructificatifs par classe de diamètre*

Diamètre							
40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	100 à 120	Essence
66%	81%	90%	87%	97%	96%	95%	Aniégré
30%	66%	60%	66%	66%	93%	91%	Ayous
97%	94%	93%	74%				Bété
83%	89%	100%	100%	100%	94%	100%	Emien
46%	48%	52%	64%	39%	63%	42%	Essessang
67%	63%	80%	63%	65%	88%	80%	Essia
48%	60%	67%	83%	81%	76%	100%	Eyong
A mettre	en juin	2002					Sapelli

On peut voir que pour certaines essences, les pourcentages d'arbres fructificatifs restent relativement faibles même pour les gros diamètres, notamment pour l'Essessang. Une deuxième année de relevés doit confirmer ceci.

Pour d'autres essences, le diamètre n'intervient que peu dans la fructification (Bété, Emien) pour les classes de diamètre considérées.

L'Aniégré fructifie abondamment dès 50 cm de diamètre, l'Essia dès 60 cm et l'Eyong dès 80 cm.

### Synthèses des dispositifs de Mbaïki et fusion des résultats

Le dispositif de Mbaïki a été mis en place par la coopération française avec le concours du CIRAD forêt. Ces données nous ont été transmises par le conseiller du Ministre en place jusqu'en octobre 2001 pour être saisies sur ordinateur et traitées.

Huit essences sont suivies dans différentes parcelles (parcelles 1 à 6).

Les essences sont :

- L'Ayous
- L'Eyong
- L'Ilomba
- Le Kossipo
- Le Limba
- Le Sapelli
- Le Sipo
- Le Tiama

La floraison ainsi que la fructification ont été relevés depuis juillet 1991. Les données récupérées vont jusqu'en mai 1995. Les relevés ont été faits à intervalles variables allant d'une journée à un mois.

Le nombre d'arbres disponibles est de 121.

Depuis 1998, de nouveaux relevés sont effectués en reprenant certain des arbres précédents et en rajoutant d'autres. De nouvelles espèces ont également été pris en compte. Comme le Niové, l'Ilomba, l'Essia, l'Essessang, le Padouk et l'Iroko.

Nous n'avons traité que les nouveaux arbres pour ne pas créer de données redondantes. On obtient 140 arbres supplémentaires.

Si on fusionne les 140 + 121 arbres, les effectifs sont les suivants :

Essence	Classe de diamètre en cm										Total
	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	100 à +	
Ayous				4	3	9	5	4	3	11	39
Essessang			1	4	3	1		4		4	17
Essia		3	2	2	2	2	3	3		2	19
Eyong		4	5	4	1	2	2	1	1		20
Ilomba		1	4	2	7	5			1		20
Iroko		5	7	1							13
Kossipo	2	5	1	3						1	12
Limba				3	7	2	4	4	3	6	29
Niové	1	3	3	7	4	1					19
Padouk		2	3	1	2	1					9
Sapelli	1	4	2		5	1	5	4	3	8	33
Sipo	3									1	4
Tali		3	2	2	3	2		2	1	2	17
Tiama		2	2	1	1	1	2		1		10

Les résultats, en pourcentage de fructification, sont les suivants :

Espèce	Classe de diamètre (cm)									
	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	Sup. ou égal à 100
Ayous				50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Essessang			0%	0%	67%	0%		50%		0%
Essia		33%	50%	100%	100%	100%	100%	100%		100%
Eyong		0%	0%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	
Ilomba		0%	50%	100%	100%	100%			100%	
Iroko		0%	14%	0%						
Kossipo	0%	0%	0%	67%						100%
Limba				100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Niové	0%	0%	0%	71%	75%	100%				
Padouk		0%	0%	0%	100%	0%				
Sapelli	0%	0%	50%		100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sipo	0%									100%
Tali		0%	0%	0%	67%	0%		0%	0%	0%
Tiama		0%	0%	0%	100%	100%	100%		100%	
Total										



Le tableau suivant représente la synthèse des résultats de Mbaiki insuffisants en soi pour donner des données significatives faute d'un nombre d'individus suffisant par classe de diamètre et par espèce, et des résultats de Berbérati (encore provisoires).

*Tableau : Premiers résultats sur les pourcentages d'arbres fructificatifs en avril 2002 pour quelques-unes des essences à Berbérati et Mbaïki*

Essence	Classe de diamètre en cm						
	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	100 à 120
Aniégré	66%	<b>81%</b>	<b>90%</b>	<b>87%</b>	<b>97%</b>	<b>96%</b>	<b>95%</b>
Ayous	33%	53%	66%	69%	67%	79%	91%
Bété	<b>97%</b>	<b>97%</b>	<b>93%</b>	74%			
Emien	<b>83%</b>	<b>89%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>94%</b>	<b>100%</b>
Essessang	39%	50%	50%	64%	41%	59%	37%
Essia	67%	63%	80%	63%	65%	<b>88%</b>	<b>80%</b>
Eyong	48%	60%	67%	<b>83%</b>	<b>81%</b>	76%	<b>100%</b>
Iroko	0%	17%	9%	0%	50%	0%	31%
Lati	0%	20%	43%	63%	27%	45%	69%
Niové	<b>96%</b>	<b>86%</b>					
Sapelli	8%	17%	27%	44%	46%	48%	57%
Tiama	33%	33%	25%	60%	50%	82%	73%

#### 4. Traitement des données de fructification du Sapelli - projet ECOFAC

Article envoyé à *Canopée* en avril 2002:

##### Fructification du Sapelli par classe de diamètre en forêt naturelle de Centrafrique

Le diamètre de fructification des arbres est relativement méconnu en forêt naturelle. Pourtant c'est une donnée essentielle pour l'élaboration des plans d'aménagement car elle détermine la capacité de reproduction des arbres. En effet, si le diamètre minimum d'exploitation (DME) ou le diamètre des semenciers désignés est inférieur au diamètre auquel l'arbre fructifie abondamment, on risque de mettre en péril la régénération de l'essence exploitée. Il est donc important de connaître ce diamètre de fructification pour fixer les DME précisément par rapport à cette capacité de régénération par essence, en prenant en compte d'autres facteurs.

Dans ce cadre, en république centrafricaine, la composante « Forêt de Ngotto » du programme ECOFAC a mis en place en 1999 dans le permis forestier du partenaire IFB (Industries Forestières de Batalimo) un protocole de suivi de la floraison et de la fructification du Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ainsi que de la germination des graines tombées. Cette essence est la première essence exploitée en volume en Centrafrique.

Dans un premier temps, 60 arbres ont été suivis, puis au bout d'un an, 40 nouveaux arbres ont été rajoutés (soit 100 arbres au total). La totalité des 100 Sapelli a été suivie pendant deux ans. Les fleurs et les fruits sont observés aussi bien au sol que sur les arbres par des passages mensuels. La floraison s'échelonne de décembre à avril. La fructification de février à Juin.

Le diamètre des arbres est relevé chaque année, il permettra ainsi, après plusieurs années de mesures, de déterminer l'accroissement de ces gros Sapelli (données relativement rares) et de les relier éventuellement à la fructification observée.

Les diamètres des arbres observés s'échelonnent de 50 cm de diamètre jusqu'à 1,3 m. Le sol est dégagé sur un diamètre de quelques mètres autour de l'arbre pour observer facilement les graines au sol.

La germination est suivie sur 18 de ces arbres selon 4 layons de 25 mètres, en croix autour de l'arbre. Les données ont été traitées en collaboration avec le projet PARPAF (projet d'appui à la réalisation de plans d'aménagement forestier).

Les arbres sont considérés comme fructificatifs quand ils ont produit des fruits en abondance au moins une fois dans les trois ans (ou les deux ans pour les 40 arbres qui ont été rajoutés aux 60 arbres initiaux).

Les premiers résultats (cf. tableau), au bout de trois années de relevés montrent que pour toutes les classes de diamètre observées, la très grande majorité (plus de 80 %) des arbres fleurissent et fructifient. Certaines années, quelques arbres, à partir de 50 cm de diamètre, fleurissent sans fructifier par la suite. Pendant les trois années d'observation, quelques arbres non fructificatifs la première année, l'ont été l'année suivante et vice versa. Deux des rares arbres qui ne fructifient que la première année montrent des accroissements parmi les plus grands observés (1,9 et 2,8 cm par sur le diamètre !) comme si l'arbre trop occupé à pousser, ne prenait pas le temps de produire des fruits. Actuellement, sur deux ans, l'accroissement diamétrique moyen observé sur les 100 arbres est de 0,7 cm/an avec un écart type de 0,53 (donc une très forte dispersion des valeurs, de 0 à 2,8 cm par an).

En ce qui concerne la germination des graines, les 18 semenciers sélectionnés au hasard (avec un diamètre minimum de 1 m) montrent une excellente germination des graines. La taille moyenne des plants au bout de 6 mois est de 14,7 cm. Elle est de 22,6 cm un an plus tard. La mortalité dans les six premiers mois est de 20,8 % sur 322 individus initiaux. Elle est ensuite de 28,7 % au cours de l'année suivante, soit 43,5 % en un an et demi.

On ne peut lier cette croissance ni cette mortalité au nombre d'arbres abattus dans les 6,25 hectares environnants ainsi que le taux d'ouverture dans l'hectare environnant au sol mesuré par ECOFAC en 1999. Les facteurs agissant sur la mortalité des jeunes plantules ne sont donc apparemment pas aussi simples à expliquer. Les insectes, les champignons, les rongeurs, les herbivores, les micro-organismes sont des prédateurs redoutables des plantules, dont l'action est difficile à corréliser avec ces facteurs d'un endroit de la forêt à un autre (mis à part l'effet de la sécheresse qui peut être plus important dans les grandes ouvertures. En Ouganda (Synnott, 1975) a mesuré 98,3 % de mortalité en 900 jours pour des graines puis plantules de Sipo (*Entandrophragma utile*), lié à ces différents facteurs.

Une préconisation classique des plans d'aménagement est de laisser un semencier par essence par 10 ha. Or la distance de dissémination maximum des *Entandrophragma* est de l'ordre de 50 mètres (Medjibé, 2000). En conséquence, laisser un arbre tous les 10 hectares est insuffisant car il faudrait au minimum un arbre par hectare pour que toute la surface de la forêt soit couverte par un apport de graines. Mais que fait on dans la cas où l'espèce n'est présente que par endroits ? De plus le contrôle de cette préconisation est difficile sur le terrain. Il vaut donc largement mieux agir via les DME pour laisser le temps aux arbres de fructifier pendant au moins quelques années avant d'être éventuellement exploités.

Le DME actuel du Sapelli en Centrafrique est de 80 cm. Etant donné l'irrégularité de la fructification d'une année sur l'autre et la mortalité très importante observée dans les premiers stades de la vie des *Entandrophragma*, la fructification de 80 % des arbres nous un minimum.

Il n'y aura ainsi probablement pas de danger induit par le DME de 80 cm en RCA sur la production de graines.

Mais cela doit être confirmé par d'autres sites d'études. Ces données seront ainsi à mettre en parallèle avec les résultats d'autres études menées en Centrafrique et au Cameroun, notamment le dispositif mis récemment en place par le PARPAF ainsi que les résultats du dispositif de Mbaïki géré par la coopération française et le CIRAD.

Tableau : Pourcentages de floraison et de fructification de 100 Sapelli par classe de diamètre

Classe de diamètre (en cm)	Effectifs	Nombre d'arbres ayant fleuri	Nombre d'arbres ayant fructifié abondamment	Pourcentage d'arbres ayant fleuri	Pourcentage d'arbres ayant fructifié
50-70	25	22	22	88%	88%
70-80	16	16	16	100%	100%
80-90	15	12	12	80%	80%
90-100	15	14	14	93%	93%
Supérieur à 100	30	26	26	87%	87%

Une autre étude a été menée en Ouganda (PLUMPTRE, 1995) sur le diamètre de fructification de plusieurs espèces. Les effectifs relevés ne sont malheureusement pas fournis.

D'après ces résultats les diamètres pour lesquels la fructification dépasse 80 % des tiges est la suivante pour quelques essences exploitables en RCA :

Acajou ( <i>Khaya anthotheca</i> ) :	60 cm
Entandrophragma spp. :	90 cm (peu de données de 70 à 90)
Aniégré ( <i>Aningeria altissima</i> ) :	50 cm
Kékélé ( <i>Holoptelea grandis</i> ) :	50 cm
Mutondo ( <i>Funtumia elastica</i> ) :	10 cm
Ohia ( <i>Celtis milbraedii</i> ) :	20 cm
Ohia parallèle ( <i>Celtis zenkeri</i> ) :	30 cm

#### 4.1 Conclusion

Les DME choisis devraient à notre avis **dans tous les cas être supérieurs d'au moins 10 cm** au diamètre de fructification optimal des arbres, par espèce. Le diamètre optimal signifie que la majorité des arbres dans une classe de diamètre donnée doivent être semenciers et non pas seulement une partie, comme c'est le cas pour les Ayous de moins de 80 cm de diamètre. C'est ce que nous appellerons le « **diamètre efficace de fructification** » avec un seuil fixé à 80 % des arbres producteurs de fruits.

Les premières analyses de ces données montrent que pour avoir au moins 80 % des tiges d'une espèce qui fructifient, les diamètres seraient les suivants (Cf. tab. V). Mais bien évidemment il est nécessaire d'étoffer ces données par une continuation du suivi sur le dispositif du PARPAF et l'incorporation d'autres données provenant d'autres sites.

Le fait de laisser des semenciers sur des surfaces déterminées (par exemple un semencier par dix hectares) n'est pas contradictoire mais il est basé sur des données scientifiques trop faibles pour être fiable. Des mesures de variabilité génétique entre individus d'une même essence sont nécessaires pour déterminer la distance de dissémination et ainsi évaluer le nombre de semencier qu'il faut laisser par unité de surface. Des études sont en cours au Cameroun dans ce sens (Garcia F. et al. 2001).



Tab. V : Première estimation du « diamètre efficace de fructification »

Espèce	Première estimation de diamètre de fructification « efficace » (en cm)
Aniégré	50
Ayous	90
Bété	40
Emien	40
Essia	60
Eyong	70
Niové	40
Sapelli	A voir

## 4.2 Bibliographie

DURRIEU de MADRON L., LUGARD G.R., DIPAPOUNDJI B. 2002 : Diamètre de fructification du Sapelli en forêt dense centrafricaine. *Canopée* sous presse

GARCIA F., MOYNOT G., FORNI E., CHEVALLIER M.H., 2001 : Gestion *in situ* des ressources génétiques du Sapelli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague) au Sud Est du Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques* 269 : 77-81

PLUMPTRE A. 1995 : The importance of « seed trees » for the natural regeneration of selectively logged tropical forest. *Commonwealth Forestry review* 74(3) : 253-258

Auteurs :

Luc Durrieu de Madron, projet PARPAF, BP 3314 Bangui RCA [parpaf@intnet.cf](mailto:parpaf@intnet.cf)

Guy Robert Lugard, ECOFAC BP 183 Bangui [ecofac@intnet.cf](mailto:ecofac@intnet.cf)

Barthélémy Dipapoundji, ECOFAC BP 183 Bangui [ecofac@intnet.cf](mailto:ecofac@intnet.cf)

\*\*\*\*\*

## 5. Traitement des données de régénération liée à l'intensité de l'exploitation sur les parcelles du projet ECOFAC

20 placeaux ont été mis en place en 1999 pour le suivi de la régénération de 15 essences après exploitation dans le PEA 169. L'intensité d'exploitation est bien connue dans l'environnement de chaque placeau mis en place que ce soit sur les 6,25 hectares environnants ou le placeau de un hectare lui même. Actuellement trois années de suivi sont disponibles.

La régénération de 15 essences « nobles » est relevées pour les tiges de 2 à 5 cm de diamètre. Puis toutes les essences sont relevées pour les tiges de 5 à 20 cm de diamètre et celles de plus de 20 cm de diamètre. Le relevé est effectué chaque année par le programme ECOFAC.

Un premier traitement des données a été réalisé par le projet PARPAF sans que des tendances se détachent encore. Il faut encore du temps pour que les plantules aient le temps d'atteindre le diamètre de précomptage c'est à dire 2 cm.

La seule liaison qui ressort est la surface affectée dans les 6,25 ha environnant le placeau et l'effectif des essences nobles (sans prendre en compte l'Ebène, particulièrement abondant dans cette zone au niveau de la régénération) : plus cette surface est grande (donc plus forte est l'exploitation), plus il y a de tiges des essences nobles présentes ( $R^2$  de 0,5). A noter que ceci n'est pas du à la croissance des arbres car ce résultat est visible immédiatement après exploitation.

La poursuite de ce dispositif et le traitement de ces données est très important et devra se poursuivre dans les années qui viennent.